



②① Aktenzeichen: 100 02 132.8
②② Anmeldetag: 19. 1. 2000
④③ Offenlegungstag: 2. 8. 2001

⑦① Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦② Erfinder:
Rübeling, Klaus, 93053 Regensburg, DE

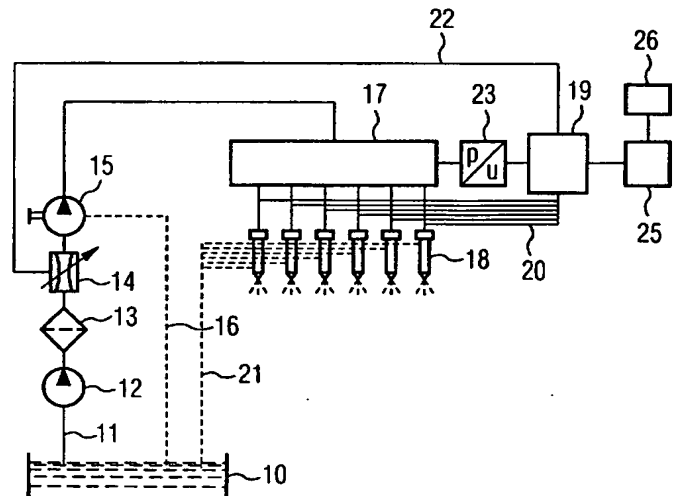
⑤⑥ Entgegenhaltungen:
DE 43 37 048 C2
DE 197 37 791 A1
DE 196 50 570 A1
DE 295 02 906 U1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zur Regelung des Antriebsmoments einer Verbrennungskraftmaschine mit Common-Rail-Einspritzung

⑤⑦ Das Antriebsmoment einer Verbrennungskraftmaschine mit volumenstromgeregelter Common-Rail-Einspritzung wird insbesondere beim raschen Momentabbau mit ausreichender Dynamik bei hohem Komfort und niedriger NO_x-Emission geregelt, indem ein Hilfsgenerator an die Verbrennungskraftmaschine gekoppelt ist und von einer Steuereinheit gesteuert der Kurbelwelle der Verbrennungskraftmaschine ein Antriebsmoment zuführt oder entnimmt.



Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Regelung des Antriebsmomentes einer Verbrennungskraftmaschine, insbesondere eines Dieselmotors, mit volumenstromgeregelter Common-Rail-Einspritzung.

Komfort-, Verbrauchs- und Umweltforderungen führen stetig zur weiteren Verbreitung von elektronisch geregelten Diesel-Einspritzsystemen und insbesondere von Direkteinspritzverfahren mit Hochdruckspeicher bei Dieselmotoren. Solche Einspritzsysteme sind bei Dieselmotoren unter der Bezeichnung "Common-Rail-Systeme" und bei Ottomotoren unter der Bezeichnung "High-Pressure-Direct-Injection-Systeme" bekannt. Bei diesen Einspritzsystemen wird mittels einer Hochdruckpumpe Kraftstoff aus einem Kraftstoffvorratsbehälter in den Hochdruckspeicher gefördert. Über diesen steht der Kraftstoff an Einspritzventilen an, die in den Zylinderköpfen des Motors angeordnet sind. Derzeit liegen bei Dieselmotoren die typischen Maximaldrücke im Druckspeicher im Bereich von etwa 1500 bar, während sie bei Ottomotoren deutlich geringer sind. Die Einspritzvorgänge werden dabei durch ein Bestromen der Einspritzventile ausgelöst, wobei das Einspritzvolumen abhängig von dem an den Einspritzventilen anstehenden Druck und der Dauer der Bestromung ist. Um den Druck im Druckspeicher, der den Einspritzdruck bestimmt, präzise und schnell an den jeweiligen Betriebszustand des Verbrennungsmotors anpassen zu können, ist der Hochdruckspeicher üblicherweise mit einem Druckregelventil versehen. Eine Funktionsstörung des Druckreglers hat schwerwiegende Auswirkungen auf den Betrieb des Verbrennungsmotors und kann insbesondere zu einer erhöhten Schadstoffemission aufgrund unvollständiger Verbrennungsvorgänge in den Zylindern führen. Auch fördert die Hochdruckpumpe, bezogen auf die Antriebsdrehzahl, in den Druckspeicher immer die maximale Kraftstoffmenge. Bei einem vom Fahrer entsprechend der Pedalstellung gewünschten gegenüber dem Maximalantriebsmoment reduzierten Antriebsmoment muss die zu viel in den Hochdruckspeicher geförderte Kraftstoffmenge jeweils über das Druckregelventil abgesteuert werden, was energetisch nachteilig ist.

Alternativ existieren auch Common-Rail-Systeme, bei denen über eine niederdruckseitige Regelung mittels eines Volumenstromregelventils die Kraftstoffmengen Zufuhr zur Hochdruckpumpe und somit der Einspritzdruck entsprechend dem jeweiligen Fahrerwunsch geregelt wird. Dies ist energetisch gegenüber einer Regelung alleine mit Druckregelventil günstiger, da die Hochdruckpumpe nur soviel Kraftstoff verdichten muss, wie das Einspritzsystem tatsächlich benötigt. Dabei ist jedoch sowohl ein Volumenstromregelventil als auch ein Druckregelventil erforderlich, um insbesondere beim raschen Antriebsmomentabbau einen guten Komfort und eine niedrige NOx-Emission bei gutem Dynamikverhalten des Motors erreichen zu können.

Common-Rail-Einspritzsysteme, die lediglich volumenstromgeregelt arbeiten und auf einen Druckregler gänzlich verzichten, sind zwar einfacher und damit kostengünstiger aufgebaut, weisen jedoch in manchen Betriebsfällen ein nicht ausreichendes Dynamikverhalten auf. Insbesondere beim raschen Antriebsmoment- bzw. Druckabbau kann der Fahrerwunsch bezüglich des Antriebsmomentes unter Berücksichtigung von Fahrkomfort und Emissionsverhalten nicht optimal umgesetzt werden. Ist bei kleinen Einspritzmengen der Druck jedoch zu hoch, kommt es zu einer starken Geräuschentwicklung und zu hohen NOx-Emissionen. Bei einem ausschließlich volumenstromgeregelten Einspritzsystem kann beispielsweise bei der raschen gewünschten Reduzierung des Antriebsmomentes und des damit ver-

bundenen Einspritzdruckes dieser systembedingt nicht aktiv abgebaut werden, sondern es muss gewartet werden, bis sich der Druck durch Kraftstoff-Leckage im Hochdruckbereich und durch die aus dem System entnommene Einspritzmenge selbständig auf den gewünschten Wert reduziert hat.

Im Kraftfahrzeugbereich bekannt sind weiterhin Kurbelwellen- bzw. Schwungrad-Startergeneratoren, die vor allem für die künftigen 42-V-Bordnetze in Kraftfahrzeugen eine immer größere Bedeutung erreichen werden. Derartige Generatoren dienen sowohl als Anlasser als auch zur Versorgung von elektrischen Verbrauchern des Kraftfahrzeuges.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die Regelung des Antriebsmomentes einer Verbrennungskraftmaschine mit volumenstromgeregelter Common-Rail-Einspritzung bzgl. des Dynamikverhaltens und des Komforts zu verbessern.

Dies ist erfindungsgemäß bei einem Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruches 1 und einer Vorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruches 5 erreicht.

Ausgestaltungen und Weiterbildungen des Erfindungsgedankens sind Gegenstand abhängiger Patentansprüche.

Bei einer vom Fahrer gewünschten raschen Antriebsmomentänderung wird zur schnellen Einstellung des ermittelten neuen Antriebsmomentes der Verbrennungskraftmaschine mittels eines geeigneten Hilfgenerators der Kurbelwelle bedarfsweise ein Antriebsmoment kurzzeitig zugeführt oder entzogen. Insbesondere bei einer raschen Antriebsmomentreduzierung kann dadurch eine deutliche Verbesserung erreicht werden. Da beim Verzicht auf das Druckregelventil der aktive Druckabbau bzw. der Antriebsmomentabbau im volumenstromgeregelten Common-Rail-Einspritzsystem zu langsam ablaufen würde, wird das Antriebsmoment während einer Übergangszeit von dem Hilfgenerator bereitgestellt oder zumindest stark beeinflusst. Dies ist mit Schwungrad- bzw. Kurbelwellenstartergeneratoren problemlos realisierbar. Da diese zukünftig in Automobilen zur gleichzeitigen Verwendung als Lichtmaschine, Starterelement u. ä. bereitgestellt werden, ist der Zusatzaufwand für das Common-Rail-Einspritzsystem eines Dieselmotors gering.

Nachfolgend sind anhand schematischer Darstellungen zwei Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Regelung des Antriebsmomentes eines Dieselmotors mit volumenstromgeregelter Common-Rail-Einspritzung und eine entsprechende Vorrichtung beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 eine Prinzipdarstellung der Anordnung eines erfindungsgemäßen Einspritzsystems,

Fig. 2 eine Prinzipdarstellung eines Dieselmotors mit Schwungrad-Startergenerator,

Fig. 3A bis 3C typische Kennlinien wichtiger Parameter eines Einspritzsystems nach dem Stand der Technik,

Fig. 4A und 4B typische Kennlinien wichtiger Parameter eines Einspritzsystems gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel, und

Fig. 5 typische Kennlinien wichtiger Parameter eines Einspritzsystems gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel.

In Fig. 1 ist stark vereinfacht der Aufbau eines Kraftstoffeinspritzsystems gezeigt, wie er in volumenstromgeregelten "Common-Rail-Systemen" sowohl in der Dieselmotor- als auch in der Ottomotor-Technik eingesetzt werden kann. Bei diesen Einspritzsystemen wird der Kraftstoff aus einem Vorratsbehälter 10 über eine Kraftstoffleitung 11 durch eine Vorförderpumpe 12 angesaugt. Die Vorförderpumpe 12 fördert den Kraftstoff über einen Kraftstofffilter 13 zu einer Hochdruckpumpe 15. Dabei kann der Filter 13 strömungstechnisch auch vor der Vorförderpumpe 12 angeordnet sein. Der erforderliche Kraftstoff-Spülstrom der Hochdruck-

pumpe 15 wird über eine Kraftstoff-Spülleitung 16 zurück in den Kraftstoffvorratsbehälter 10 gefördert. Die bekannte Hochdruckpumpe 15 verdichtet den Kraftstoff und speist ihn bis zu einem Maximaldruck von typisch 1500 bar und mehr in einen Hochdruckspeicher 17 ein. Der Druckspeicher 17 steht mit Einspritzventilen 18 in Verbindung, über die der Kraftstoff in die Zylinder der Brennkraftmaschine (nicht gezeigt) eingespritzt werden kann. Der Einspritzvorgang wird durch eine elektronische Steuereinheit 19 gesteuert, die über Signalleitungen 20 mit den Einspritzventilen 18 verbunden ist. Der in den Einspritzventilen 18 auftretende Kraftstoff-Leckagestrom wird über Kraftstoffleitungen 21 in den Kraftstoffvorratsbehälter 10 zurückgeführt.

Um den Einspritzdruck entsprechend den jeweiligen Betriebsbedingungen der Brennkraftmaschine bedarfsabhängig regeln zu können, ist in der Kraftstoffleitung 11 zwischen der Vorförderpumpe 12 und der Hochdruckpumpe 15 ein Saugdrosselventil 14 zum Einstellen der Stellgröße Volumenstrom angeordnet. Die Steuereinheit 19 steuert das Saugdrosselventil 14 dabei bedarfsgerecht über eine Ventilsteuerleitung 22. Alternativ kann der Förderstrom der Hochdruckpumpe 15 jedoch auch über ein variables Übersetzungsgetriebe für den Antrieb der Hochdruckpumpe oder auch durch eine druck- oder/und drehzahlgeregelte Auslegung der Vorförderpumpe 12 beeinflusst werden. Zur Regelung des Drucks im Einspritzsystem ist das Saugdrosselventil 14 und am Druckspeicher 17 ein Drucksensor 23 vorgesehen, der mit der Steuereinheit 19 verbunden ist. Weiterhin erhält die Steuereinheit 19 zahlreiche Zusatzinformation über nicht näher dargestellte Elemente, wie z. B. ein Pedalwertgeber, ein Nockenwellensensor, ein Kraftstofftemperaturfühler und/oder ein Drehzahlsensor. Die Steuereinheit 19 ist über eine weitere Steuerleitung mit einem Schwungrad-Startergenerator 25 verbunden, dessen Aufbau und Funktion in Fig. 2 näher beschrieben sind. Mit dem Startergenerator 25 elektrisch verbunden ist weiter eine Batterie 26 des Kraftfahrzeuges.

Gemäß Fig. 2 gibt die Verbrennungskraftmaschine bzw. ein Dieselmotor 30 ein von der Steuereinheit 19 gesteuertes Antriebsdrehmoment über eine Kurbelwelle 31, eine Kupplung 32 und weitere nicht gezeigte Elemente eines Antriebsstanges auf die Antriebsräder des Kraftfahrzeuges ab. Auf der Kurbelwelle 31 ist beispielsweise eine als Schwungrad- oder Kurbelwellen-Startergenerator dienende Asynchron-Drehstrommaschine 34 angeordnet. Dabei dient die Kurbelwelle 31 als Elektromotor-Welle. Alternativ wäre es auch möglich, daß die Elektromotor-Welle über ein Getriebe mit der Kurbelwelle 31 gekoppelt ist. Die Asynchron-Drehstrommaschine 34 weist einen direkt auf der Kurbelwelle 31 sitzenden und drehfest mit ihr verbundenen Rotor 35, der auch als Kurbelwellen-Schwungrad dienen kann, sowie einen am Gehäuse des Verbrennungsmotors 30 abgestützten Stator 36 auf. Eine derartige Maschine besitzt ein maximales Anlass-Drehmoment von bis zu 500 Nm und mehr. Die Asynchron-Drehstrommaschine 34 wird von einem von der Steuereinheit 19 gesteuerten, geeigneten Wechselrichter 37 gespeist. Die gezeigte Anordnung ist geeignet, einerseits bedarfsweise auf die Kurbelwelle 31 ein einstellbares Drehmoment zu übertragen, beispielsweise im Anlasser-Betrieb des Schwungrad-Startergenerators 25, oder andererseits ein Drehmoment von der Kurbelwelle 31 aufzunehmen und die Energie in die Batterie 26 oder andere Verbraucher einzuspeisen, beispielsweise im Lichtmaschinen-Betrieb des Generators 25.

Die Arbeitsweise des volumenstromgeregelten Common-Rail-Einspritzsystems wird nachfolgend anhand zweier Ausführungsbeispiele ohne Beschränkung der Allgemeinheit bei einer vom Fahrer gewünschten plötzlichen An-

triebsmomentreduzierung beschrieben. Dabei sind in den Fig. 3A bis 3C ein Signal α des Pedalwert-Gebers über die Zeit t , ein Einspritzdruck p als Sollwert p_s und als Istwert p_i über die Zeit t sowie ein Antriebsmomentverlauf M als Sollwert M_s und Istwert M_i gemäß dem bereits bekannten Stand der Technik stark vereinfacht dargestellt. Geht der Fahrer gemäß Fig. 3A bei Vollgas schlagartig vom Fahrpedal, möchte der Fahrer das Antriebsmoment entsprechend schnell reduziert sehen. Dazu muss die durch die Einspritzventile in die Zylinder eingespritzte Kraftstoff-Einspritzmenge und damit insbesondere der Einspritzdruck p auch entsprechend schnell reduziert werden. Der gewünschte, dem Verlauf der Pedalstellung α über die Zeit t entsprechende Druckverlauf ist in Fig. 3B als Soll-Druck p_s dargestellt. Bei einer volumenstromgeregelten Kraftstoffzufuhr zur Hochdruckpumpe 15 ohne Druckregelventil kann der Einspritzdruck p jedoch nicht aktiv abgebaut werden, sondern es muss gewartet werden, bis sich der Druck durch Kraftstoff-Leckage im Hochdruckbereich sowie durch die aus dem System entnommene Einspritzmenge selbsttätig abbaut. Dies führt zu einem deutlich verzögerten Druckabbau, der in Fig. 3B als Istdruck-Verlauf p_i dargestellt ist. Entsprechendes gilt für das in Fig. 3C dargestellte Antriebsmoment M des Motors. Der vom Fahrer gewünschte Antriebsmoment-Verlauf M_s wird deutlich nicht erreicht, der zu hohe Einspritzdruck p_i kann zur starken Geräuschkentwicklung und zu hohen Schadstoffemissionen führen. Die Dynamik des Momentverlaufes M_i ist nicht zufriedenstellend.

Gemäß dem in Fig. 4 gezeigten ersten Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Regelungsverfahrens wird zum Zeitpunkt t_1 in der Steuereinheit 19 der Fahrerwunsch nach einer raschen und deutlichen Reduzierung des Antriebsmomentes M anhand des zeitlichen Verlaufes des Pedalwert-Geber-Signals α erkannt (Fig. 4A). Die Steuereinheit 19 entscheidet, daß ein entsprechender Druckabbau im Hochdruckspeicher 17 nicht rasch genug realisiert werden kann. Zur schnellen Antriebsmomentverringern wird deshalb der Einspritzvorgang gestoppt. Etwa ab dem Zeitpunkt t_1 leistet der Motor 30 keinen Beitrag mehr zum an der Kurbelwelle 31 (Fig. 2) bereitgestellten Antriebsmoment M . Das erforderliche, vom Fahrer gewünschte Antriebsmoment M_i wird ab dem Zeitpunkt t_1 ausschließlich von dem Schwungrad-Startergenerator 25 bzw. dem von der Batterie 26 gespeisten Wechselrichter 37 und der daraus gespeisten Asynchron-Drehstrommaschine 34 geliefert (Fig. 2, Fig. 4B). Dabei wird auch ein von dem Motor 30 gegebenenfalls ausgeübtes Bremsmoment berücksichtigt. Dies wird so lange fortgesetzt, bis sich der Druck p im Hochdruckbereich, beispielsweise durch Leckage, weit genug selbständig abgebaut hat. Ab einem Zeitpunkt t_2 , zu dem der Wert des Ist-Einspritzdruckes p_i dem gewünschten Wert des Soll-Druckes p_s (vgl. Fig. 3B) entspricht und damit das gewünschte reduzierte Antriebsdrehmoment M vom Motor 30 bereitgestellt werden kann, wird der Einspritzvorgang von der Steuereinheit 19 wieder fortgesetzt und das gewünschte Antriebsdrehmoment M vom Verbrennungsmotor 30 selbst geliefert. Die Asynchron-Drehstrommaschine 34 liefert nun kein Antriebsdrehmoment mehr an die Kurbelwelle 31. Vielmehr kann der Schwungrad-Startergenerator 25 bedarfsweise auch wieder Energie von dem Motor 30 erhalten und in das Bordnetz des Kraftfahrzeuges einspeisen.

Alternativ kann gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Regelungsverfahrens (Fig. 5) vorgesehen sein, dass zum Zeitpunkt t_1 , ab dem das Antriebsmoment M gemäß dem Fahrerwunsch (Fig. 3A) an der Kurbelwelle 31 (Fig. 2) deutlich zu verringern ist, der Einspritzvorgang geeignet fortgesetzt wird. Das bedeutet, daß der

Druckabbau dabei durch die Leckage im Hochdruckbereich und das reduzierte geförderte Einspritzvolumen möglich ist. Es ergibt sich ein von dem Motor 30 an die Kurbelwelle 31 abgegebenes Antriebsmoment des Verbrennungsmotors M_x gemäß Fig. 5. Dieses bereitgestellte und den Anforderungen nicht entsprechende Antriebsdrehmoment M_x wird jedoch um ein Antriebsdrehmoment ΔM verringert, um den gewünschten reduzierten Wert des Antriebsdrehmomentes M_i bzw. den dynamischen Antriebsmoment-Verlauf gemäß Fig. 5 realisieren zu können. Dazu entzieht der von der Steuereinheit 26 gesteuerte Schwungrad-Startergenerator 25 dem Verbrennungsmotor 30 bzw. der Kurbelwelle 31 das ermittelte Differenz-Antriebsdrehmoment ΔM und speist es beispielsweise als entsprechende Energie in die Kraftfahrzeug-Batterie 26 ein. Dabei steigt der Wert des Differenz-Antriebsdrehmoment ΔM mit der Zeit t von 0 auf einen maximalen Wert und sinkt dann wieder auf 0 ab. Aufgrund dieses Verlaufes kann der Verlauf des gewünschten Antriebsdrehmomentes M_i besonders weich realisiert werden. Auch erfolgt der Druckabbau schneller als bei dem Regelungsverfahren nach dem ersten Ausführungsbeispiel.

Durch den Einsatz des Schwungrad-Startergenerators 25 kann eine befriedigende Dynamik des Antriebsmomentes bei hohem Komfort und niedriger Schadstoffemission erreicht werden. Zur Optimierung des Regelungsverhaltens des Einspritzsystems können die beiden Regelungsstrategien gemäß der beiden Ausführungsbeispiele (Fig. 4 und 5) auch gleichzeitig oder nacheinander eingesetzt werden. Es ist auch möglich, bei vom Fahrer gewünschter rascher Erhöhung des Antriebsdrehmomentes den Antriebsdrehmomentaufbau zu beschleunigen, indem der Kurbelwelle 31 bedarfsweise zusätzlich zu dem vom Motor 30 bereitgestellten Antriebsdrehmoment kurzzeitig ein Antriebsdrehmoment vom Schwungrad-Startergenerator 25 zugeführt wird.

Eine weitere Ausführungsform unterscheidet sich vom Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 durch ein Druck-Sicherheitsventil, das am Hochdruckspeicher 17 angebracht ist und bei Überdruck Kraftstoff aus dem Hochdruckspeicher 17 in den Kraftstoffvorratsbehälter 10 leitet. Das Druck-Sicherheitsventil ist im Vergleich zu einem Druckregelventil kostengünstig aufgebaut und dient ausschließlich zum schnellen Abbau von Überdruck oder des Kraftstoffdrucks im Hochdruckspeicher 17 aus Sicherheitsgründen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Regeln des Antriebsmomentes einer Verbrennungskraftmaschine, insbesondere eines Dieselmotors, mit Common-Rail-Einspritzung, wobei Kraftstoff druckgeregelt über Einstellung des Volumenstroms in einen gemeinsamen Hochdruckspeicher durch Einspritzventile eingespritzt wird und das dem Fahrerwunsch entsprechende Antriebsmoment ermittelt und an einer Kurbelwelle (31) der Verbrennungskraftmaschine bereitgestellt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei einer vom Fahrer gewünschten Antriebsmomentänderung zur schnellen Einstellung des ermittelten neuen Antriebsmomentes der Kurbelwelle (31) der Verbrennungskraftmaschine mittels eines Hilfsgenerators (25) ein Antriebsmoment kurzzeitig zugeführt oder entnommen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur schnellen Antriebsmomentverringern der Einspritzvorgang gestoppt wird, daß während der Unterbrechung des Einspritzvorganges der Hilfsgenerator (25) der Verbrennungskraftmaschine das gewünschte sich verringern Antriebsmoment bereitstellt, und daß der Einspritzvorgang fortgesetzt wird,

wenn der Druck im Druckspeicher (17) so weit abgebaut ist, daß er niedrig genug für die geforderte Einspritzmenge oder das entsprechende Antriebsmoment ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur schnellen Antriebsmomentverringern die Verbrennungskraftmaschine dem Hilfsgenerator (25) kurzzeitig einen definierten überschüssigen Antriebsmomentanteil zuführt bis zu dem Zeitpunkt, ab dem der Druck im Druckspeicher (17) so weit abgebaut ist, daß er niedrig genug für die geforderte Einspritzmenge oder das entsprechende Antriebsmoment ist.

4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3 dadurch gekennzeichnet, dass die Verfahren nach Anspruch 2 und 3 nacheinander oder gleichzeitig angewendet werden.

5. Vorrichtung zur Regelung des Antriebsmomentes einer Verbrennungskraftmaschine (1), insbesondere eines Dieselmotors, mit Common-Rail-Einspritzung, wobei eine Hochdruckpumpe (15) aus einem Kraftstoffvorratsbehälter (10) Kraftstoff bedarfsgeregelt in einen Druckspeicher (17) fördert, aus dem Einspritzventile (18) der Verbrennungskraftmaschine von einer Steuereinheit (19) gesteuert Kraftstoff zuführen, dadurch gekennzeichnet, dass ein Hilfsgenerator (25) zum Austausch von Energie an die Verbrennungskraftmaschine (1) angekoppelt ist, und daß die Steuereinheit (19) den Hilfsgenerator (25) bei einer vom Fahrer gewünschten Antriebsmomentänderung bedarfsweise zur Verringerung oder Erhöhung des Antriebsmomentes ansteuert.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass als Hilfsgenerator ein Schwungrad-Startergenerator dient.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

FIG 1

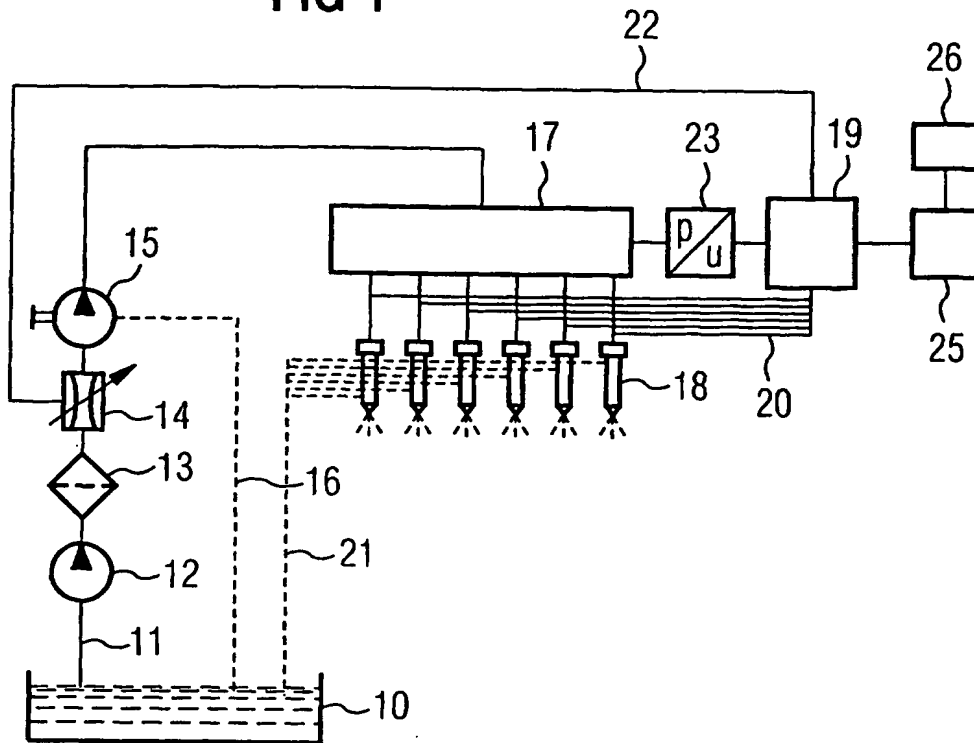


FIG 2

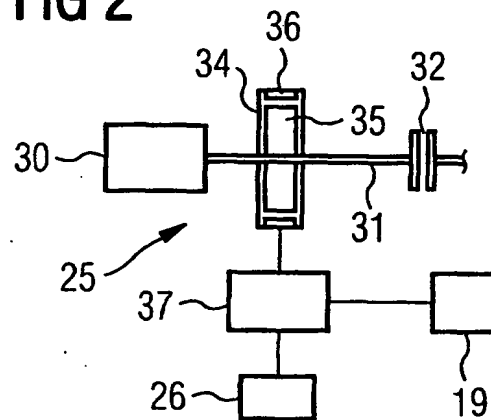


FIG 3A

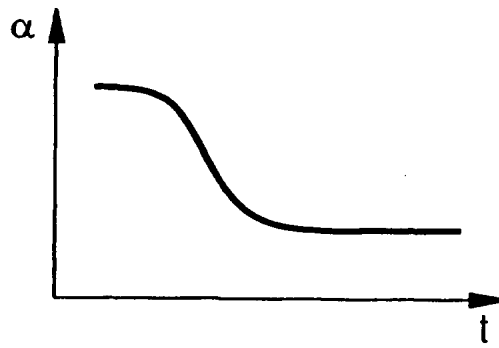


FIG 3B

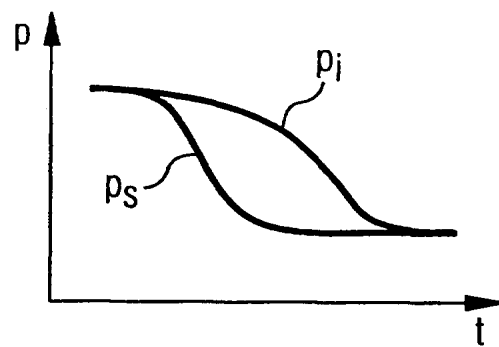


FIG 3C

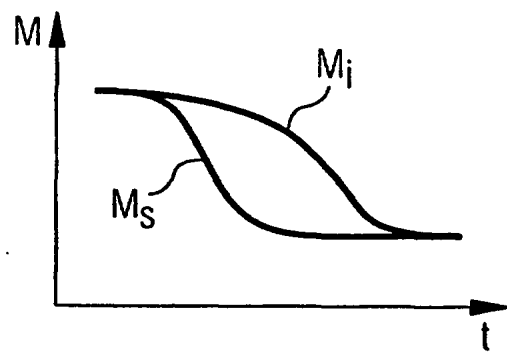


FIG 4A

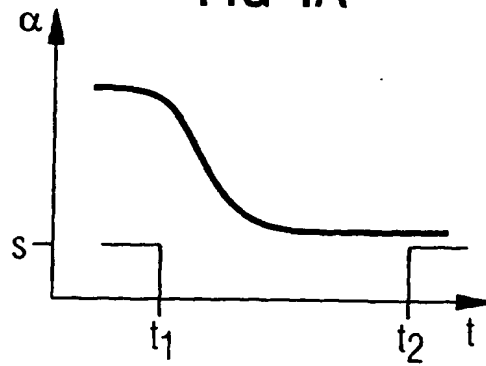


FIG 4B

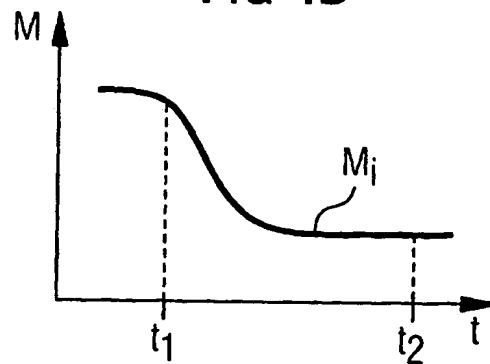


FIG 5

